



TUGAS AKHIR - TL 141584

**PERANCANGAN ULANG ALAT DROPSAFE UNTUK PROSES
EVAKUASI MANUSIA PADA GEDUNG BERTINGKAT
MENGUNAKAN METODE BRAKE SYSTEM**

Rangga Ramandana
NRP 2713 100 104

Dosen Pembimbing
Dr. Lukman Noerochim, S.T., M.Sc. Eng.
Mas Irfan P. Hidayat, S.T., M.Sc., Ph.D.

DEPARTEMEN TEKNIK MATERIAL DAN METALURGI
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017



TUGAS AKHIR - TL141584

PERANCANGAN ULANG ALAT DROPSAFE UNTUK PROSES EVAKUASI MANUSIA PADA GEDUNG BERTINGKAT MENGGUNAKAN METODE *BRAKE SYSTEM*

Rangga Ramandana
NRP 2713 100 104

Dosen Pembimbing :
Lukman N., S.T., M.Sc.Eng., PhD.
Mas Irfan P. Hidayat, S.T., M.Sc., Ph.D

DEPARTEMEN TEKNIK MATERIAL DAN METALURGI
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



FINAL PROJECT - TL141584

***REDESIGN DROPSAFE FOR HUMAN
EVACUATION PROCESSES IN MULTI-STOREY
BUILDING USING BRAKE SYSTEM METHOD***

Rangga Ramandana
NRP 2713 100 104

Advisor Lecturer :
Lukman N., S.T., M.Sc.Eng., PhD.
Mas Irfan P. Hidayat, S.T., M.Sc., Ph.D.

MATERIALS AND METALLURGICAL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Industrial Technology
Institute Technology Sepuluh Nopember
Surabaya
2017

(This page intentionally left blank)

**PERANCANG ULANG ALAT DROPSAFE UNTUK
PROSES EVAKUASI MANUSIA PADA GEDUNG
BERTINGKAT MENGGUNAKAN METODE BRAKE
SYSTEM**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Bidang Studi Elemen Mesin
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Material dan Metalurgi
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

RANGGA RAMANDANA

NRP. 2713100104

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

1. Lukman N., ST., M.Sc.Eng., PhD..... (Pembimbing 1)
2. Mas Irfan P. Hidayat, ST. M.Sc, Ph.D..... (Pembimbing 2)

**Surabaya
Juli 2017**

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

PERANCANG ULANG ALAT DROPSAFE UNTUK PROSES EVAKUASI MANUSIA PADA GEDUNG BERTINGKAT MENGGUNAKAN METODE BRAKE SYSTEM

Nama : Rangga Ramandana
NRP : 2713100104
Jurusan : Teknik Material dan Metalurgi
Pembimbing : Lukman N., S.T., M.Sc.Eng., PhD.
Mas Irfan P.Hidayat, S.T., M.Sc., PhD.

Abstrak

DROPSAFE merupakan alat elevator vertikal tanpa menggunakan energi listrik. Seiring dengan banyaknya jumlah gedung bertingkat, meningkatnya kebutuhan akan alat penyelamat pada gedung bertingkat saat terjadi bencana. Evaluasi dan modifikasi alat ini menciptakan alat evakuasi manusia pada gedung bertingkat. DROPSAFE dirancang ulang menggunakan modifikasi metode *brake system* menggunakan *drum brake* dan pegas sebagai sumber energi pengeremannya. Pada perancangan alat DROPSAFE, digunakan empat elemen mesin utama yaitu *brake*, poros, bantalan (bearing), dan pegas. Visualisasi desain DROPSAFE menggunakan perangkat lunak permodelan tiga dimensi. Alat akan dibuat 3 model dengan beban manusia 60-100 kg, 30-70 kg dan 0-40 kg yang memiliki variasi pegas dan defleksi. Alat dikemas pada ransel dengan pengaman, dan *carabiner hook* pada alat akan ditempelkan pada pengait dekat jendela untuk evakuasi. Dimensi akhir alat adalah 21x26.21x7 cm Analisa *stress* dan *displacement* menunjukkan batas yang aman sehingga alat dapat di produksi massal. Nilai *stress* dan *displacement* yang diperoleh yaitu 7.403e+005 dan 2.745e-004 mm pada penggulung dan 1.976e+007 dan pada *brake*.

Kata kunci : Elevator, Elemen mesin, Brake system, drum brake, safety system, dropsafe

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

REDESIGN DROPSAFE FOR HUMAN EVACUATION PROCESSES IN MULTI-STOREY BUILDING USING BRAKE SYSTEM METHOD

Name : Rangga Ramandana
NRP : 2713100104
Major : Materials and Metallurgical Engineering
Advisor : Lukman N., S.T., M.Sc.Eng., PhD.
Mas Irfan P.Hidayat, S.T., M.Sc., PhD.

Abstract

DROPSAFE is a vertical elevator tool without the use of electrical energy. The gravitational force and brake system are utilized to create this tool without electrical energy. Along with the large number of multi-storey buildings, increasing the need for rescue tools in high rise buildings in the event of a disaster. Evaluation and modification of this tool create a practical tool that can be used to evacuate people in high rise buildings. DROPSAFE was redesigned using a modified brake system method using brake drum and spring as its braking energy source. In designing the DROPSAFE, four main engine elements are brake, shaft, bearing, and spring. Visualization of DROPSAFE design will use modelling software. The tool will be packed in a safety backpack and the carabiner hook on the tool will be attached to the hook near the window for evacuation. The final dimension of the tool is 21x26.21x7 cm. Stress and displacement analysis show safe boundaries so the tools can be safely produced. The stress and displacement values obtained were $7.403e + 005$ and $2.745e-004$ mm in rollers and $1.976e + 007$ and on the brake.

Keywords : Elevator, Machine Design, Brake System, Drum Brake, Safety System, Dropsafe

(This page intentionally left blank)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, tidak lupa shalawat serta salam penulis panjatkan kepada Nabi Muhammad SAW sehingga penulis diberi kesempatan untuk menyelesaikan Tugas Akhir. Tugas Akhir ditujukan untuk memenuhi mata kuliah wajib yang harus diambil oleh mahasiswa Departemen Teknik Material dan Metalurgi Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), penulis telah menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Perancang ulang alat DROPSAFE untuk proses evakuasi manusia pada gedung bertingkat menggunakan metode *brake system*”**.

Pada kesempatan ini penulis ingin berterima kasih juga kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini:

1. Kedua orang tua saya Krisno Putranto dan Anida Putranto yang telah mencurahkan segala doa kebaikan dan kasih sayangnya, yang selalu secara spiritual dan emosional. Saudara saya Ratih Miranda dan Raras Triastari yang selalu ku sayang.
2. Bapak Dr. Agung Purniawan, S.T, M.Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Material dan Metalurgi FTI-ITS.
3. Bapak Lukman N., S.T., M.Sc.Eng., Ph.D. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bekal ilmu yang bermanfaat.
4. Bapak Mas Irfan P. Hidayat, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku co dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan ilmu.
5. Ibu Dian Mughni Fellicia ST., M.Sc selaku dosen wali yang sangat mengayomi.
6. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Material dan Metalurgi FTI-ITS.

7. Dan seluruh pihak yang telah memberikan partisipasi dalam Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan laporan ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik yang membangun dari pembaca demi perbaikan dan kemajuan bersama. Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya

Surabaya, Juli 2017

Penulis,

Rangga Ramandana



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK.....	xii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Brake System</i>	5
2.1.1 Drum Brake	6
2.2.1 Disc Brake	7
2.2 Pegas.....	8
2.3 Poros.....	9
2.3.1 Perencanaan Poros.....	11
2.4 Bantalan.....	12



2.5 Tali	13
2.6 Metode Perancangan VDI 2222	13
2.7 Penelitian Sebelumnya	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	21
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	21
3.2 Spesifikasi Material dan Parameter	22
3.3 Peralatan	22
3.4 Proses Perancangan dan Pembuatan.....	22
3.4.1 Tahap Perancangan.....	22
3.4.2 Tahap Mengkonsep	23
3.4.2 Tahap <i>Meshing</i>	26
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Desain DROPSAFE	27
4.1.1 Transmisi Daya.....	27
4.1.2 Perencanaan Brakes.....	30
4.1.3 Perencanaan Pegas	32
4.1.4 Perencanaan Poros.....	34
4.1.4 Perencanaan Bantalan.....	38
4.1.5 Perencanaan Tali	41
4.1.6 Perencanaan Penggulung.....	42
4.1.7 Perencanaan Cover Mesin	43
4.2 Rangkuman Komponen yang Digunakan.....	44



4.2.1 <i>Stress Analysis</i>	47
4.2.2 <i>Displacement Analysis</i>	49
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1 Kesimpulan.....	51
5.1 Saran.....	53
 DAFTAR PUSTAKA	xxi
LAMPIRAN	
BIODATA PENULIS	



(Halaman ini sengaja dikosongkan)



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Komponen Rem Piringan	5
Gambar 2. 2 Macam-macam rem drum	7
Gambar 2. 3 Kondisi pegas dengan beban kerja	9
Gambar 2. 4 Arah beban pada bearing	13
Gambar 2. 5 Metode perancangan VDI 2222.....	16
Gambar 2. 6 DROPSAFE system.....	14
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	22
Gambar 3. 2 Blackbox DROPSAFE	23
Gambar 3. 3 Diagram fungsi bagian DROPSAFE	24
Gambar 3. 4 Konsep terpilih DROPSAFE	25
Gambar 3. 5 <i>Meshing</i> komponen penggulung (atas), dan <i>brake</i> (<i>bawah</i>).....	25
Gambar 4. 1 Rancangan desain awal.....	27
Gambar 4. 2 Beban pada alat.....	28
Gambar 4. 3 Komponen penggulung yang ada pada poros	34
Gambar 4. 4 FBD vertikal pada poros.....	34
Gambar 4. 5 FBD vertikal pada poros.....	35
Gambar 4. 6 Potongan 1 (vertikal)	35
Gambar 4. 7 Potongan 2 (vertikal)	33
Gambar 4. 8 Diagram momen vertikal	36
Gambar 4. 9 Beban yang bekerja pada poros	37
Gambar 4. 10 Gaya yang bekerja pada titik A	38
Gambar 4. 11 Dimensi penggulung DROPSAFE	49
Gambar 4. 12 Dimensi rumah mesin DROPSAFE	42
Gambar 4. 13 Komponen pelengkap DROPSAFE.....	43
Gambar 4. 14 Komponen rangka	44
Gambar 4. 15 Breakdown komponen bagian dalam.....	45
Gambar 4. 16 <i>Stress analysis</i> penggulung	47
Gambar 4. 17 <i>Stress analysis brake</i>	48
Gambar 4. 18 <i>Displacement analysis</i> penggulung	49
Gambar 4. 19 <i>Displacement analysis brake</i>	50



(Halaman ini sengaja dikosongkan)



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat Mekanik Baja AISI 1020	11
Tabel 3. 1 Tuntutan alat DROPSAFE	23
Tabel 4. 1 Komponen yang digunakan.....	43



(Halaman ini sengaja dikosongkan)



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan data dari CTBUH (Council on Tall Building and Urbans Habitat) pada Tahun 2016 tercatat sebanyak 1.168 bangunan bertingkat dengan tinggi lebih dari 200m. Sementara di Indonesia khususnya di DKI Jakarta menurut data PemProv DKI sebanyak 700 gedung bertingkat didirikan untuk perkantoran maupun hunian. Data tersebut menunjukkan bahwa gedung bertingkat sudah menjadi solusi yang dipakai dalam menghadapi keterbatasan lahan di dunia.

Pembangunan gedung bertingkat tinggi pun didukung dengan inovasi pada alat transportasi yang digunakan untuk menghubungkan beberapa lantai. Berawal dari alat transportasi miring berupa elevator sederhana yang diciptakan oleh Archimedes di tahun 236 sebelum masehi, berkembang menjadi alat transportasi vertical yang digunakan pada gedung bertingkat tinggi.

Namun penggunaan alat transportasi vertical sangat bergantung pada energy listrik. Bahkan dalam sebuah gedung bertingkat, permintaan energi listrik untuk alat ini dapat mencapai 25% dari total energi listrik (H.M. Sachs, 2005).

Gedung besar dan bertingkat tinggi dapat menimbulkan banyak korban apabila terjadi bencana antara lain kebakaran (Brady, 2003) dikarenakan alat transportasi vertical yang digunakan pada gedung bertingkat membutuhkan energy listrik. Ketika terjadi kebakaran dan gempa, listrik pada gedung akan dimatikan sehingga fasilitas yang dapat digunakan saat tidak adanya listrik adalah dengan menggunakan tangga darurat, namun hal tersebut tetap tidak efektif digunakan karna proses evakuasi harus dilakukan dengan sangat cepat.

Ratno Wijaya (2016) dalam penelitiannya merancang konsep elevator vertikal tanpa menggunakan energi listrik yang disebut DROPSAFE. Gaya gravitasi dan brake system di manfaatkan



untuk menciptakan alat tanpa energy listrik ini. Pada penelitian sebelumnya didapat alat dengan dimensi 230x230x150 mm, beban alat 20kg, dan dapat menahan beban seberat 100 kg. Namun seperti elevator pada umumnya yang memerlukan alat yang dipasang tetap, DROPSAFE dianggap tidak praktis karena hanya cocok untuk memindahkan benda dan tidak dapat digunakan untuk mengevakuasi manusia pada keadaan darurat di gedung bertingkat.

Diperlukan adanya evaluasi dan modifikasi alat lebih lanjut yang dapat membantu proses evakuasi untuk meminimalkan adanya korban jiwa pada keadaan darurat di gedung bertingkat. Alat yang dirancang dituntut untuk lebih praktis, kecil, dan ringan agar dapat mengevakuasi manusia dengan mudah. Oleh karena itu dilakukan permodelan ulang alat DROPSAFE dengan menggunakan drum brake system dan compression spring. Dalam penelitian ini akan dilakukan permodelan ulang alat DROPSAFE dengan menggunakan perangkat lunak permodelan tiga dimensi.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan penjabaran latar belakang diatas dapat ditarik perumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana merancang elemen mesin yang praktis, kecil, dan ringan?
2. Bagaimana merancang alat yang dapat berjalan sesuai dengan perhitungan yang bersumber dari literatur?
3. Apakah alat yang dirancang tahan terhadap *stress* dan *displacement* saat diberikan pembebanan?

1.3 Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah dan asumsi yang digunakan agar penelitian dapat berjalan dengan baik adalah :

1. Komponen alat yang dimodelkan memiliki komposisi material dan sifat yang homogen.
2. Posisi pemasangan diasumsikan mengikuti rancangan yang ada.
3. Kecepatan turun dianggap konstan.

BAB I PENDAHULUAN



4. Defleksi pegas dianggap konstan.
5. Gaya gesek brakepad dianggap uniform.
6. Hanya menghitung dimensi untuk pegas, poros, bantalan, drum brake (komponen pendukung menyesuaikan).

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini, yaitu antara lain:

1. Merancang elemen mesin yang praktis, kecil, dan ringan.
2. Merancang alat yang dapat berjalan sesuai dengan perhitungan yang bersumber dari literatur.
3. Merancang alat yang dapat tahan terhadap *stress dan displacement* saat diberikan pembebanan.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu:

1. Melakukan rancang ulang alat DROPSAFE agar menjadi alat evakuasi manusia pada gedung bertingkat dalam keadaan darurat.
2. Meminimalkan jumlah korban jiwa dalam keadaan darurat seperti kebakaran dan gempa pada gedung bertingkat
3. Terciptanya alat yang praktis, kecil, dan ringan untuk membantu proses evakuasi pada keadaan darurat di gedung bertingkat.



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

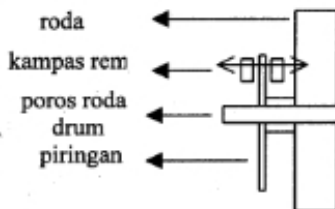
BAB I PENDAHULUAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Brake System*

Suatu roda kendaraan memiliki *Brake system* yang dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu tipe drum dan tipe piringan. Rem drum terdiri dari sepasang kampas rem yang terletak pada piringan yang tetap (tidak ikut berputar bersama roda), dan drum yang berputar bersama roda. Sedangkan tipe rem piringan dapat dilihat pada gambar 2.1, terdiri dari piringan yang berputar bersama roda dan sepasang kampas rem pada posisi radial terhadap piringan. Untuk melakukan pengereman kedua kampas rem bergerak aksial terhadap sumbu roda menjepit piringan sehingga terjadi gaya gesek antara kampas rem dengan piringan. Ketika dilakukan pengereman pada tipe rem drum akan terjadi gaya yang melawan gerakan roda yang besarnya sama dengan gaya gesek antara kampas rem dengan drum dikalikan dengan diagonal posisi kedua kampas rem. Sebaliknya pada tipe rem piringan akan terjadi gaya yang besarnya sama dengan gaya gesek pada kampas rem dikalikan dengan jarak radial antara pusat kampas rem terhadap sumbu poros. Karena adanya gaya ini maka jalan akan memberikan gaya reaksi yang terjadi di titik kontak antara roda dengan jalan yang arahnya melawan arah gerak roda



Gambar 2. 1 Komponen Rem Piringan (Joni Dewanto, 2011)

Menurut Aaron D. Deutschman, untuk analisa rem tipe piringan sama seperti *disc clutch*. *Clutch* atau yang biasa



disebut kopling adalah sebuah elemen mesin yang memiliki tugas utama untuk mentransmisikan daya secara berselang-seling. Komponen utama kopling adalah dua piringan dimana ketika piringan yang satu berputar dan bergesekan dengan piringan kopling yang lain akan ikut berputar.

Berdasarkan kondisi aktual yang bekerja, analisa kopling dibedakan menjadi 2 yaitu *Uniform Wear* dan *Uniform Pressure*. Asumsi *Uniform Wear* digunakan untuk material yang rigid, sedangkan asumsi *Uniform Pressure* digunakan untuk material fleksibel. Rumus *Uniform Wear* terdapat pada persamaan 1.

$$T = \frac{\mu_s \times F_a (r_o + r_i)}{2} \quad (2.1)$$

Dimana :

T = Torsi dalam Nmm

μ_s = Koefisien gesek statis

F_a = Gaya yang bekerja pada clutch dalam N

r_o = Diameter luar friksi material dalam mm

r_i = Diameter dalam friksi material dalam mm

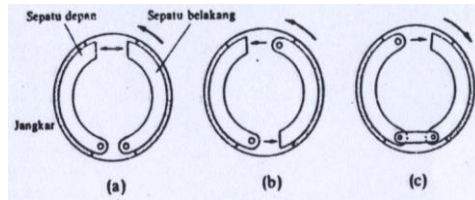
(Aaron D. Deutschman, 1975)

2.1.1 Drum Brake

Rem drum mempunyai ciri lapisan rem yang terlindung, dapat menghasilkan gaya rem yang besar untuk ukuran rem yang kecil, dan umur lapisan rem cukup panjang. Suatu kelemahan rem ini adalah pemancaran panasnya buruk. Blok rem dari rem ini disebut sepatu rem karena bentuknya yang mirip sepatu. Gaya rem tergantung pada letak engsel sepatu rem dan silinder hidrolik serta arah putaran roda.

Biasanya, macam seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 2.2(a) adalah terbanyak dipakai, yaitu yang memakai sepatu depan dan belakang- Pada rem macam ini, meskipun roda berputar dalam arah yang berlawanan, gaya rem tetap besarnya. Rem dalam Gambar 2.2(b) memakai dua sepatu

depan, di mana gaya rem dalam satu arah putaran jauh lebih besar dari pada dalam arah yang berlawanan. Juga terdapat macam yang diperlihatkan dalam Gambar 2.4(c), yang disebut duo-servo.



Gambar 2. 2 Macam-macam rem drum (Sularso, 1981)

2.1.2 Disc Brake

Disc brake terdiri dari piringan yang dibuat dari logam, piringan logam ini akan dijepit oleh kanvas rem (*brake pad*) yang didorong oleh sebuah torak yang ada dalam silinder roda. Untuk menjepit piringan ini diperlukan tenaga yang cukup kuat. Guna untuk memenuhi kebutuhan tenaga ini, pada rem cakram dilengkapi dengan system *hydraulic*, agar dapat menghasilkan tenaga yang cukup kuat. System *hydraulic* terdiri dari master silinder, silinder roda, reservoir untuk tempat oli rem dan komponen penunjang lainnya. Pada kendaraan roda dua, ketika handel rem ditarik, bubungan yang terdapat handel rem akan menekan torak yang terdapat dalam master silinder. Torak ini akan mendorong oli rem ke arah saluran oli, yang selanjutnya masuk ke dalam ruangan silinder roda. Pada bagian torak sebelah luar dipasang kanvas atau *brake pad*, *brake pad* ini akan menjepit piringan metal dengan memanfaatkan gaya/tekanan torak ke arah luar yang diakibatkan oleh tekanan oli rem tadi.

Rem ini mempunyai sifat-sifat yang baik seperti mudah dikendalikan, pengereman yang stabil, radiasi panas yang baik, dan lainnya, sehingga sangat banyak dipakai untuk roda depan. Adapun kelemahannya adalah umur lapisan yang pendek, serta



kotoran mudah menempel pada piringan. (Nyoman Sutantra, 2012)

2.2 Pegas

Pegas memiliki berbagai fungsi dan banyak dipakai dalam banyak konstruksi. Pegas memiliki sifat menerima kerja melalui perubahan bentuk elastis dan ketika mengendur menyerahkan kembali gaya tersebut. Pegas terdiri dari dua tipe yaitu pegas tarik dan pegas tekan yang akan dibahas lebih lanjut dalam makalah ini. Pegas heliks tekan kebanyakan memiliki dimensi yang konstan pada diameter kawat, pitch, dan diameter rata-rata coil. Gambar 2.5 menunjukkan parameter dimensi dari pegas heliks tekan. Secara umum, persamaan pegas dapat dilihat pada persamaan berikut,

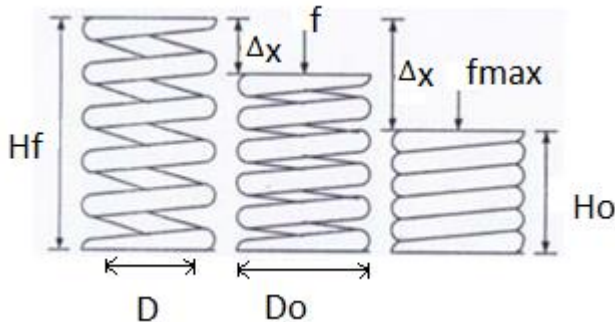
$$D_o = D + d \text{ dan } D_i = D - d \quad (2.2)$$

$$K = F \times \Delta x$$

Dimana :

- d = diameter kawat
- D_o = diameter luar coil
- D = diameter rata-rata coil
- D_i = diameter dalam coil
- K = konstanta pegas
- F = gaya tekan
- Δx = defleksi Pegas

Diameter luar (D_o) coil, diameter dalam (D_i) coil, dan tinggi bebas (h_f) adalah parameter utama yang digunakan untuk menentukan batas, berdasarkan pada tempat dimana pegas tersebut diletakkan. Pada gambar 2.5, tinggi bebas (h_f) adalah tinggi pegas pada kondisi tanpa pembebanan. Beban kerja yang terjadi pada pegas (F) akan menekan pegas sebesar defleksi kerja (δ). Gambar 4. Kondisi Pegas Dengan Beban Kerja [2] Untuk beban kerja yang terjadi pada pegas itu maksimum (F_{max}) maka tinggi pegas (h_s).



Gambar 2. 3 Kondisi pegas dengan beban kerja (Reza, dkk 2016)

2.3 Poros

Dalam transmisi mesin untuk meneruskan tenaga dengan putaran diperlukan adanya poros. Poros merupakan salah satu bagian terpenting dalam mesin. Menurut pembebanannya poros untuk meneruskan daya diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Poros transmisi (line shaft)

Poros ini mendapat beban punter dan lentur. Daya ditransmisikan kepada poros ini melalui kopling, roda gigi, puli sabuk, rantai, dll.

2. Spindel (spindle)

Poros yang pendek, seperti poros utama mesin perkakas, dimana beban utamanya berupa puntiran. Syarat yang harus dipenuhi poros ini adalah deformasinya harus kecil dan bentuk serta ukurannya harus teliti.

3. Gandar (axle)

Poros ini dipasang diantara roda-roda kereta api dimana tidak mendapat beban puntir dan tidak berputar. Gandar ini hanya mendapat beban lentur, kecuali jika digerakkan oleh penggerak mula dimana akan mengalami beban puntir juga.

4. Poros (shaft)

Poros yang ikut berputar untuk memindahkan daya dari mesin ke mekanisme yang digerakkan, poros ini mendapat beban puntir murni dan lentur.



5. Poros luwes

Poros yang berfungsi untuk memindahkan daya dari dua mekanisme, dimana perputaran poros membentuk sudut dengan poros lainnya. Daya yang dipindahkan kecil.

(Sularso, 1981)

Material yang tepat untuk poros harus memiliki sifat sifat

1. Memiliki kekuatan yang tinggi
2. Dapat di *machining*
3. Dapat di perlakukan panas
4. Memiliki sifat tahan aus yang bagus

Umumnya material yang biasanya digunakan adalah baja karbon dengan persentasi karbon 0.2-0.5 karena memiliki sifat ulet. Properties baja AISI 1020 dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Sifat Mekanik Baja AISI 1020 (Azom.com)

Properties	Metric	Imperial
Tensile strength	420 MPa	60900 psi
Yield strength	350 MPa	50800 psi
Modulus of elasticity	205 GPa	29700 ksi
Shear modulus (typical for steel)	80 GPa	11600 ksi
Poisson's ratio	0.29	0.29
Elongation at break (in 50 mm)	15%	15%
Hardness, Brinell	121	121
Hardness, Knoop (converted from Brinell hardness)	140	140
Hardness, Rockwell B (converted from Brinell hardness)	68	68
Hardness, Vickers (converted from Brinell hardness)	126	126
Machinability (based on AISI 1212 steel. as 100 machinability)	65	65



2.3.1 Perencanaan Poros

Perencanaan poros untuk keperluan roda gigi lurus ada 3 langkah, yaitu :

1. Menganalisa gaya dan momen yang bekerja pada poros tersebut menurut sumbu horizontal dan sumbu vertikal.

2. Mencari *Twisting Moment* (T_e)

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2} \quad (2.3)$$

Dimana :

M = Momen maksimal yang bekerja pada poros (vetikal ataupun horizontal)

T = Torsi yang bekerja pada poros

3. Mencari diameter poros

$$T_e = \frac{\pi}{16} \times \tau \times d^3 \quad (2.4)$$

Dimana :

τ = Tegangan geser material calon poros

d = Diameter poros dalam mm

(Khurmi, 2005)

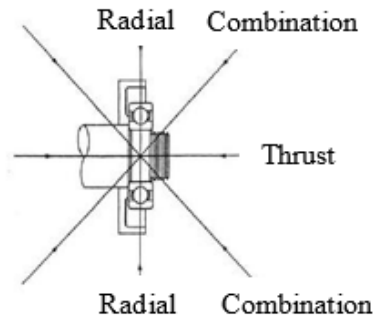
2.4 Bantalan

Bantalan (bearing) merupakan elemen mesin yang menumpu poros yang berputar sehingga gerakan polos dapat berlangsung secara halus, aman, dan berumur panjang. Jika bantalan tidak berfungsi baik, kemampuan seluruh system dapat menurun dan terhenti.

Secara umum *bearing* dapat diklasifikasikan berdasarkan arah beban dan berdasarkan konstruksi atau mekanismenya mengatasi gesekan. Berdasarkan arah beban yang bekerja pada bantalan, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.6, bearing dapat diklasifikasikan menjadi :



1. Bantalan Radial/*Radial Bearing*, bantalan yang mampu menahan beban dalam arah radial
2. Bantalan Aksial/*Thrust Bearing*, bantalan yang mampu menahan beban dalam arah aksial
3. Bantalan Gabungan/*Combination Bearing*, bantalan yang mampu menahan beban dalam arah aksial dan radial



Gambar 2. 4 Arah beban pada bearing (Hermawan, 2012)

2.5 Tali

Nilon adalah senyawa polimer yang memiliki gugus amida pada setiap unit ulangnya, sehingga nilon disebut juga senyawa poliamida (Grupta 1989). Nilon bersifat kristalin, kuat, dan tahan terhadap suhu tinggi. Oleh karena itu, nilon sangat memungkinkan untuk dipakai sebagai bahan termoplastik pada mesin yang memiliki kemampuan setara atau lebih baik daripada logam (Suhedi 2007).

Disebutkan dalam USDA Forest Service (2005) bahwa nilon 6.6 memiliki titik leleh sebesar 500°F (260°C), lebih besar dari nilon 6 sebesar 419°F (215°C). Tali nilon memiliki kekuatan tarik yang besar tergantung ukurannya dan ketahanan abrasi yang tinggi ketika kering. Ketika basah, kekuatan tariknya berkurang hingga 10 persen.



2.6 Metode Perancangan VDI 2222

Metode perancangan VDI 222 merupakan suatu proses berpikir sistematis dalam menyelesaikan suatu permasalahan untuk mendapatkan hasil yang maksimal sesuai dengan yang diharapkan yang dilakukan dengan kegiatan awal dari suatu rangkaian kegiatan dalam proses pembuatan produk.

Tahapan – tahapan perancangan menurut VDI 2222 adalah sebagai berikut:

1. Analisis

Analisis atau merencana merupakan suatu kegiatan pertama dari tahap perancangan dalam mengidentifikasi suatu masalah. Kegiatan dari analisis/merencana ini adalah:

1. Pemilihan pekerjaan (studi kelayakan, analisis pasar, hasil penelitian, konsultasi pemesan, pengembangan awal, hak paten, kelayakan lingkungan).
2. Penentuan kelayakan.

2. Mengkonsep

Dari tahap analisis yang telah dilakukan menjadi dasar tahap kedua, yaitu tahap perancangan konsep produk. Spesifikasi perancangan berisi syarat – syarat teknis produk yang disusun dari daftar keinginan pengguna yang dapat diukur. Tahapan – tahapan mengkonsep adalah sebagai berikut:

1. Memperjelas pekerjaan
 2. Membuat daftar tuntutan
 3. Penguraian fungsi keseluruhan
 4. Membuat alternatif fungsi bagian
 5. Variasi konsep
 6. Menilai alternatif konsep berdasarkan aspek teknis-ekonomis
 7. Pengambilan keputusan alternatif konsep rancangan
- ### **3. Merancang**



Merancang merupakan tahapan dalam penggambaran wujud produk yang didapat dari hasil penilaian konsep rancangan. Konstruksi rancangan ini merupakan pilihan optimal setelah melalui tahapan penilaian teknis dan ekonomis. Tahapan dalam merancang adalah sebagai berikut:

1. Membuat pradesain berskala
2. Menghilangkan bagian kritis
3. Membuat perbaikan pradesain
4. Menentukan pradesain yang telah disempurnakan
5. Penyelesaian

Setelah tahap merancang selesai dilakukan maka tahap penyelesaian akhir adalah:

1. Membuat gambar susunan
2. Membuat gambar bagian/detail dan daftar bagian



Gambar 2. 5 Metode perancangan VDI 2222 (Asep, 2014)



2.7 Penelitian Sebelumnya

Berawal dari *elevator* sederhana yang diciptakan oleh Archimedes di tahun 236 sebelum masehi, perkembangan alat ini menjadi sangat pesat dalam beberapa dekade terakhir. Menurut H.M Sachs (2005) penggunaan energi untuk *elevator* dan *escalator* untuk sebuah bangunan bertingkat dapat mencapai 25% dari total energi. Hal ini tentu menjadi tantangan para insinyur untuk membuat *elevator* menjadi semakin ramah terutama dalam penggunaan ruang dan energi (*green elevator*). Berikut adalah beberapa penelitian yang sudah dilakukan insinyur untuk membuat *green elevator*.

Machine-Roomless-Technology. Diperkenalkan pertama kali tahun 1990 dan menjadi salah satu penemuan terbesar untuk kategori desain elevator. *MRL elevator* dapat menghemat energi hingga 50% ketimbang elevator hidrolik biasa (Schindlers, 2004). Hal ini tentu menjadi pilihan utama untuk transportasi vertikal.

Regenerative Drives. Tidak hanya berhenti pada MRL, penggunaan *elevator* semakin efisien ketika adanya teknologi *Regenerative Drives*. Terobosan ini memanfaatkan panas dari kerja *elevator* untuk dikembalikan lagi ke energi listrik gedung. Huayong Yang dkk (2006) melakukan penelitian tentang *energy recovery* pada sebuah *elevator*. Hasilnya *elevator* jenis ini dapat menghemat energi sebesar 71% dari *elevator* biasa.

Control Feature. Semakin banyak penumpang dalam sebuah *elevator* maka akan semakin banyak juga energi yang dibutuhkan *counterweight* untuk melakukan kerja. Akibatnya *elevator* tidak dapat bekerja dengan kecepatan maksimum. *Control Feature Elevator* dimaksudkan untuk mengatasi hal tersebut. *Elevator* dipasang beberapa buah untuk tingkat yang spesifik. Jayanta K. Debnath dkk (2015) melakukan penelitian tentang hal ini, hasilnya waktu menunggu penumpang berkurang hingga 15%.

DROPSAFE. Merancang konsep *elevator* vertikal tanpa menggunakan energi listrik. Dari hasil perhitungan data dapat disimpulkan bahwa dimensi akhir DROPSAFE adalah 230x230x150 mm (rangka) dan dibuat dengan membeli komponen sesuai katalog dan merakitnya.



Gambar 2. 6 DROPSAFE system

Dibutuhkan proses pengelasan untuk merakit rangka. Berikut perincian komponen didalamnya :

a.Poros

Poros yang digunakan sebanyak 2 buah, poros 1 tersambung dengan roda gigi pinion sedangkan poros 2 tersambung dengan roda gigi gear. Didapatkan diameter poros 1 sebesar $d_1 = 17$ mm dan diameter poros 2 sebesar $d_2 = 12$ mm. Asumsi material menggunakan AISI 1020 (low carbon steel).

b.Brakes

Sesuai dengan *Ortlinghaus Catalogue*, maka dipilih *external plate* dengan kode 3100-040-07-000 dengan spesifikasi

- D_o = 54.5 mm
- D_i = 34 mm
- Tebal = 1 mm
- *Lugs* = 3 buah



Lalu dipilih *internal plate* dengan kode 3100-140-07-000000 dengan spesifikasi

- D_o = 54 mm
- D_i = 33.2 mm
- Tebal = 1 mm
- *Lugs* = 3

c. Pegas

Sesuai *Lee Spring Catalogue* maka dipilih pegas LP 218ZG 01 karena memiliki $k = 19.955$ N/mm. Dengan spesifikasi :

- Diameter Luar = 60.33 mm
- Diameter kabel = 5.54 mm
- Panjang awal = 50.80 mm
- Defleksi maks = 20.52 mm
- Koefisien = 19.95 N/mm
- Material = stainless steel 316

d. Bantalan

Pada tumpuan A poros 1

Dari tabel SKF diperoleh :

- Tipe bantalan = *Deep Groove Ball Bearings, Single Row, Type 61803*
- *Bearing Bore* = $d = 17$ mm
- Diameter penumpu = $d_1 = 19.8$ mm
- Diameter luar = $D = 26$ mm
- Tebal bantalan = $B = 5$ mm
- Beban Dinamik = $C = 2000$ N (dipilih lebih rendah agar $L_0 < 10800$ hours)

Pada tumpuan B poros 1

Dari tabel SKF diperoleh :

- Tipe bantalan = *Deep Groove Ball Bearings, Single Row, Type 61803*
- *Bearing Bore* = $d = 17$ mm



- Diameter penumpu $= d_1 = 19.8 \text{ mm}$
- Diameter luar $= D = 26 \text{ mm}$
- Tebal bantalan $= B = 5 \text{ mm}$
- Beban Dinamik $= C = 2000 \text{ N}$ (dipilih lebih rendah agar $L_0 < 10800 \text{ hours}$)

Pada tumpuan A poros 2

Dari tabel SKF diperoleh :

- Tipe bantalan $= \text{Deep Groove Ball Bearings, Single Row, Type 61801}$
- Bearing Bore $= d = 12 \text{ mm}$
- Diameter penumpu $= d_1 = 15 \text{ mm}$
- Diameter luar $= D = 21 \text{ mm}$
- Tebal bantalan $= B = 5 \text{ mm}$
- Beban Dinamik $= C = 1740 \text{ N}$ (dipilih lebih rendah agar $L_0 < 10800 \text{ hours}$)

Pada tumpuan C poros 2

Dari tabel SKF diperoleh :

- Tipe bantalan $= \text{Deep Groove Ball Bearings, Single Row, Type 61801}$
- Bearing Bore $= d = 12 \text{ mm}$
- Diameter penumpu $= d_1 = 15 \text{ mm}$
- Diameter luar $= D = 21 \text{ mm}$
- Tebal bantalan $= B = 5 \text{ mm}$
- Beban Dinamik $= C = 1740 \text{ N}$



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

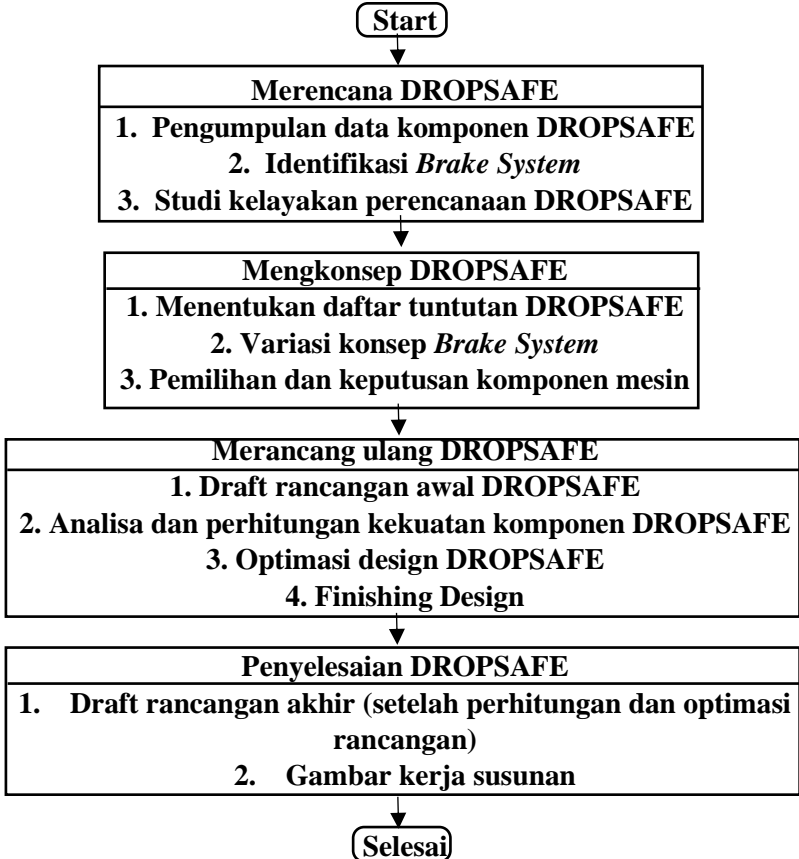


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode VDI 2222. Pada metodologi ini terdapat empat tahapan utama yaitu tahap merencana, mengkonsep, merancang, dan penyelesaian.



Gambar 3. 1 Diagram alir metode penelitian



3.2 Spesifikasi Material dan Parameter

Pada perancangan alat DROPSAFE, digunakan lima elemen mesin utama yaitu *brake*, poros, bantalan (bearing), dan pegas. Untuk memastikan bahwa alat ini dapat diproduksi massal dimensi komponen menyesuaikan katalog masing masing elemen mesin. Dimensi pada subbab ini disesuaikan dengan katalog yang ada. *Brake* yang digunakan berdiameter sekecil mungkin agar dimensi akhir DROPSAFE kecil. Poros yang digunakan berdimensi tidak lebih dari 20 mm dengan panjang 60 mm dengan asumsi material adalah baja AISI 1020. Sementara itu, pegas yang digunakan sebanyak 2 buah yang dihubungkan secara paralel.

3.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah salah satu perangkat lunak (*software*) pemodelan tiga dimensi yang digunakan untuk membuat visualisasi DROPSAFE.

3.4 Proses Perancangan dan Pembuatan

3.4.1 Tahap Perancangan

Rancangan awal DROPSAFE adalah untuk mengevakuasi manusia dari ketinggian dengan kecepatan konstan. DROPSAFE dibuat dengan menggunakan konsep *brake*, dimana alat dikenakan pada manusia dan menempelkan cable hook pada hook yang ada di dekat jendela evakuasi. Katrol penggulung berputar akibat adanya manusia yang turun, *brake* akan menghambat laju katrol sehingga katrol akan tetap turun akibat gaya gravitasi tetapi terhambat oleh gesekan *pad*. Sementara itu, peran dari fluida pada *brake* diganti oleh pegas. Pegas berfungsi untuk mendorong *brake* secara radial agar *pad* dapat tertekan dan bergesekan dengan katrol sehingga dapat menghambat laju katrol. Selain itu karena DROPSAFE menggunakan gaya gravitasi sebagai gaya utama, maka DROPSAFE tidak memerlukan motor untuk penggerak.



Diharapkan DROPSAFE dapat dirancang ulang menjadi alat yang praktis, kecil, dan ringan.

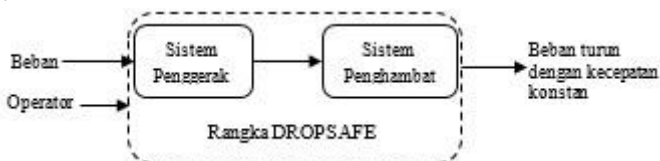
3.4.2 Tahap Mengkonsep

Proses pertama dalam tahap mengkonsep adalah membuat daftar tuntutan sebagai acuan pembuatan rancangan. Perancangan alat menyesuaikan tuntutan yang ada, supaya fungsi tercapai dan tidak berlebihan. Berikut adalah daftar tuntutan untuk DROPSAFE.

Tabel 3. 1 Tuntutan alat DROPSAFE

No	Tuntutan		Keterangan
Tuntutan Utama			
1	A	Penggerak	gaya gravitasi
	B	Penghambat	<i>pad drum brake</i>
	C	Diameter akhir produk	<300mm x 300mm x150mm
	D	Kecepatan	Konstan 0.2 m/s
Keinginan			
2	A	Komponen	mudah didapat di pasaran
	B	Mobilitas	mudah dipindah, portable
	C	Beban	100 kg
	D	Ketinggian maksimal	100 meter
	E	Beban Alat	<15 kg

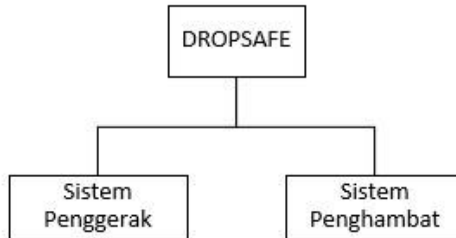
Setelah mengidentifikasi kebutuhan dengan menghasilkan daftar tuntutan, selanjutnya perencanaan alat diklasifikasikan berdasarkan proses yang di deskripsikan melalui black box berikut:



Gambar 3. 2 Blackbox DROPSAFE

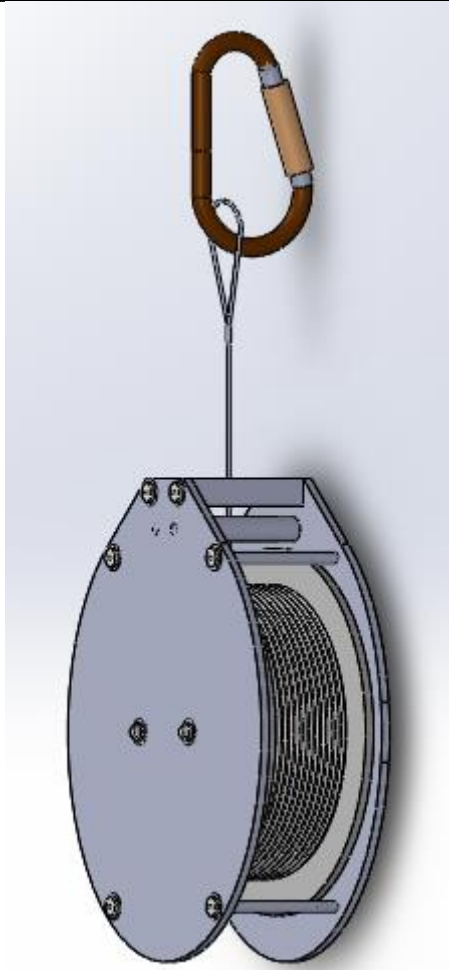


Setelah *black box* terdefinisi kemudian dibuat struktur fungsi bagian seperti gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Diagram fungsi bagian DROPSAFE

Fungsi bagian yang telah didefinisikan akan menghasilkan beberapa alternatif pada masing masing bagian, kemudian dikombinasikan menjadi beberapa variasi konsep untuk dipilih dan diputuskan sebagai rancangan berdasarkan aspek teknis dan ekonomis. Setelah dilakukan pengamatan dan perhitungan, berikut adalah konsep yang dipilih.



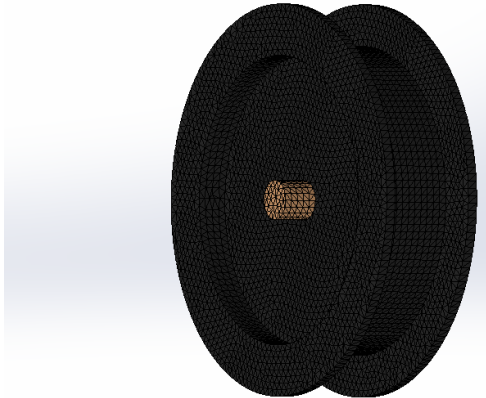
Gambar 3. 4 Konsep terpilih DROPSAFE



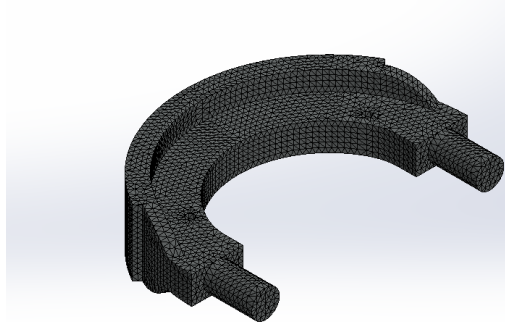
3.4.3 Tahap *Meshing*

Meshing akan membagi benda menjadi elemen – elemen yang lebih kecil yang nantinya akan dilakukan pemodelan simulasi analisa *Stress* dan *Displacement*. Berikut adalah hasil *meshing* untuk masing – masing komponen :

Model name: PENGGULUNG DROPSAFE
Study name: Static 1 (Default)
Mesh type: Solid Mesh



Model name: BRAKE DROPSAFE
Study name: Static 1 (Default)
Mesh type: Solid Mesh



Gambar 3. 5 *Meshing* komponen penggulung (atas), dan *brake* (bawah)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Desain DROPSAFE

Karena alat ini adalah rancangan ulang dari alat yang pernah diciptakan sebelumnya, maka dalam perancangan alat ini dilakukan desain ulang lalu di hitung pembebanan dan dimensi. Berikut merupakan batasan dalam proses perancangan alat ini :

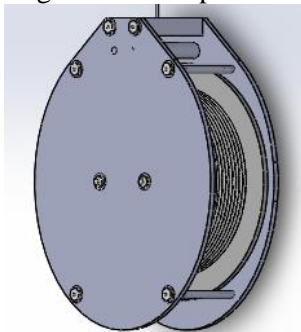
1. Dimesi maksimal alat : 30x30x15 cm
2. Kecepatan turun barang : 0.2 m/s
3. Jarak tertinggi instalasi : 100 m
4. Beban maksimal barang : 100 kg

Perancangan ini akan memberikan ukuran-ukuran pasti tentang dimensi, penggunaan bahan dan tata letak komponen sehingga kebutuhan data untuk melakukan analisa dapat dilakukan dengan baik, dan nantinya dapat diwujudkan dalam bentuk fisik atau diproduksi. Alat akan dibagi menjadi 3 macam yaitu:

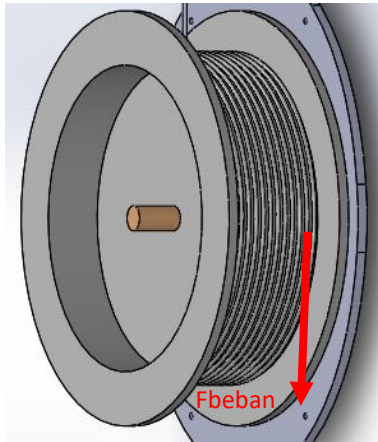
1. Alat model 001 dengan beban manusia 60-100 kg
2. Alat model 002 dengan beban manusia 30-70 kg
3. Alat model 003 dengan beban manusia 0-40 kg

4.1.1 Transmisi Daya

Berikut rancangan awal alat pada Gambar 4.1



Gambar 4. 1 Rancangan desain awal



Gambar 4. 2 Beban pada alat

Dari Gambar 4.2 maka didapatkan konservasi energi

1. Perhitungan torsi alat model 001

$$E_{potensial} = E_{kinetik}$$

$$(m \times g - F_{hambat}) \times h = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

$$\begin{aligned} \left(112 \text{ kg} \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} - F_{hambat}\right) \times 100 \text{ m} \\ = \frac{1}{2} \times 112 \text{ kg} \times \left(0.2 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 \end{aligned}$$

$$(1097,6 \text{ N} - F_{hambat}) \times 100 \text{ m} = 2.4 \text{ Joule}$$

$$-F_{hambat} = 0.024 \text{ N} - 1097,6 \text{ N}$$

$$F_{hambat} \approx 1097.6 \text{ N}$$

Dari analisa torsi didapatkan

$$T = F \times R$$

Sehingga,

$$T_1 = 1097.6 \text{ N} \times 0,0785 \text{ m}$$

$$T_1 = 86,16 \text{ Nm}$$



2. Perhitungan torsi alat model 002

$$E_{potensial} = E_{kinetik}$$

$$(m \times g - F_{hambat}) \times h = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

$$\left(82 \text{ kg} \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} - F_{hambat}\right) \times 100 \text{ m}$$

$$= \frac{1}{2} \times 112 \text{ kg} \times \left(0.2 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2$$

$$(803,6 \text{ N} - F_{hambat}) \times 100 \text{ m} = 2.4 \text{ Joule}$$

$$-F_{hambat} = 0.024 \text{ N} - 803,6 \text{ N}$$

$$F_{hambat} \approx 803.6 \text{ N}$$

Dari analisa torsi didapatkan

$$T = F \times R$$

Sehingga,

$$T_2 = 803.6 \text{ N} \times 0,0785 \text{ m}$$

$$T_2 = 63,08 \text{ Nm}$$

3. Perhitungan torsi alat model 003

$$E_{potensial} = E_{kinetik}$$

$$(m \times g - F_{hambat}) \times h = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

$$\left(52 \text{ kg} \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} - F_{hambat}\right) \times 100 \text{ m}$$

$$= \frac{1}{2} \times 112 \text{ kg} \times \left(0.2 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2$$

$$(509,6 \text{ N} - F_{hambat}) \times 100 \text{ m} = 2.4 \text{ Joule}$$

$$-F_{hambat} = 0.024 \text{ N} - 509,6 \text{ N}$$

$$F_{hambat} \approx 509.6 \text{ N}$$

Dari analisa torsi didapatkan

$$T = F \times R$$

Sehingga,

$$T_3 = 509.6 \text{ N} \times 0,0785 \text{ m}$$

$$T_3 = 40 \text{ Nm}$$



4. Perhitungan daya

Dari analisa kecepatan didapatkan

$$\omega = \frac{v}{R}$$

Sehingga,

$$\omega = \frac{0.2 \frac{m}{s}}{7,85 \times 10^{-2} m} \frac{rad}{s} \times \frac{60s}{2\pi}$$

$$\omega = 24,34 \text{ rpm}$$

Maka dapat diketahui daya pada poros adalah

$$P = \frac{T \times \omega}{9550}$$

Dimana :

P = Daya yang didistribusikan dalam Kilowatt

T = Torsi dalam N-m

ω = Kecepatan sudut dalam rpm

Sehingga,

$$P = \frac{86,16 \text{ Nm} \times 24,34 \text{ rpm}}{9550}$$

$$P = 0.2196 \text{ KW}$$

4.1.2 Perencanaan Brakes

Rencananya *brake* yang akan digunakan bertipe *drum*.

Didapatkan data dari transmisi daya:

$$T_1 = 86,16 \text{ Nm}$$

$$T_2 = 63,08 \text{ Nm}$$

$$T_3 = 40 \text{ Nm}$$

Menurut Aaron D. Deutschman, perencanaan *brake* mirip seperti *disc clutch*. Brake yang akan digunakan adalah drum brake sebanyak 1 buah dengan gaya gesek bergerak radial menghambat



putaran katrol sehingga diperoleh. Dengan asumsi gaya gesek uniform, maka didapatkan :

$$T = \frac{\mu_s \times F \times (r_o + r_i)}{2}$$

Dimana :

T = Torsi clutch = torsi poros dalam Nmm

μ_s = Koefisien gesek material *disc*

F = Gaya yang dibutuhkan dalam N

r_o = Jari-jari luar material gesek dalam mm

r_i = Jari-jari dalam material gesek dalam mm

1. Perhitungan gaya pada alat model 001

$$F_1 = \frac{T \times 2}{\mu_s \times (r_o + r_i)}$$
$$F_1 = \frac{86160 \text{ Nmm} \times 2}{0.4 \times (73.5 + 33) \text{ mm}}$$
$$F_1 = 4045.063 \text{ N}$$

2. Perhitungan gaya pada alat model 002

$$F_2 = \frac{T \times 2}{\mu_s \times (r_o + r_i)}$$
$$F_2 = \frac{63080 \text{ Nmm} \times 2}{0.4 \times (73.5 + 33) \text{ mm}}$$
$$F_2 = 2961.564 \text{ N}$$

3. Perhitungan gaya pada alat model 003

$$F_3 = \frac{T \times 2}{\mu_s \times (r_o + r_i)}$$
$$F_3 = \frac{40000 \text{ Nmm} \times 2}{0.4 \times (73.5 + 33) \text{ mm}}$$
$$F_3 = 1878.065 \text{ N}$$



4.1.3 Perencanaan Pegas

Rencananya pegas digunakan sebagai gaya tekan untuk *brakes*. Perancangan mengikuti katalog pegas dari *The Spring Store*. Sesuai rumus umum pegas

$$F = k \times \Delta x$$

Dimana :

k = koefisien pegas

Δx = defleksi pegas

1. Pegas model 001 direncanakan melakukan defleksi sebesar 3,85 mm, maka

$$k = \frac{F}{\Delta x}$$

$$k = \frac{4045.063 \text{ N}}{3.85 \text{ mm}}$$

$$k = 1050,666 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

Direncanakan pegas yang digunakan sebanyak 2 buah dan dipasang secara paralel. Maka

$$k + k = 1050,666 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

$$k = 525,333 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

Maka pegas model 001 yang akan dipakai adalah PC7900-41280-4.000-MW-41.300-CG-Z-MM dengan rate 526,957 N/mm.

2. Pegas model 002 direncanakan melakukan defleksi sebesar 6,9 mm, maka

$$k = \frac{F}{\Delta x}$$



$$k = \frac{2961.564 \text{ N}}{6.9 \text{ mm}}$$
$$k = 429,212 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

Direncanakan pegas model 002 yang digunakan sebanyak 2 buah dan dipasang secara paralel. Maka

$$k + k = 429,212 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$
$$k = 214,606 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

Maka pegas yang akan dipakai adalah PC6400-344110-5.500-MW-43.600-CG-GI-MM dengan rate 215,23 N/mm.

3. Pegas model 003 direncanakan melakukan defleksi sebesar 4,4 mm, maka

$$k = \frac{1878.065 \text{ N}}{4.4 \text{ mm}}$$
$$k = 426,833 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

Direncanakan pegas yang digunakan sebanyak 2 buah dan dipasang secara paralel. Maka

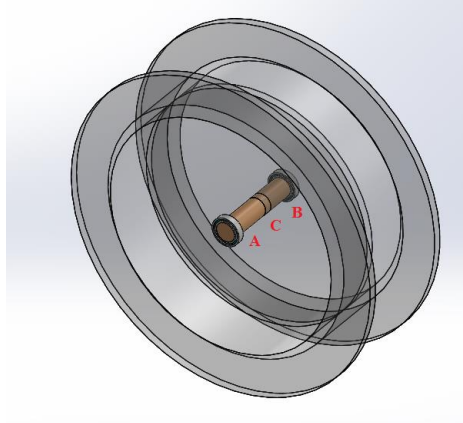
$$k + k = 426,833 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$
$$k = 213,416 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

Maka pegas yang akan dipakai adalah PC6400-344110-5.500-MW-43.600-CG-GI-MM dengan rate 215,23 n / mm. Defleksi pegas dapat diatur dengan mengatur ketebalan ring pada *brake*.



4.1.4 Perencanaan Poros

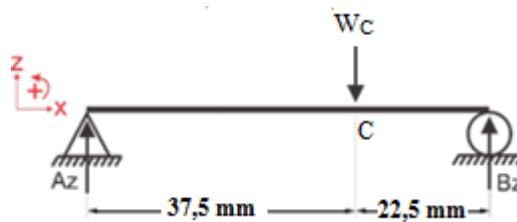
Perencanaan poros mengikuti spesifikasi Gambar 4.3



Gambar 4. 3 Komponen pengguling yang ada pada poros

Gaya dianalisa menurut sumbu sumbu vertikal.

1. Analisa beban pada sumbu vertikal



Gambar 4. 4 FBD vertikal pada poros

$$W_C = W_{\text{alat}} + W_{\text{beban manusia}}$$

$$W_C = 12 \text{ kg} \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} + 100 \text{ kg} \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$W_C = 1097.66 \text{ N}$$

* W_C = beban berat dari alat keseluruhan. Diketahui dari referensi alat dan mengasumsikan komponen yang serupa didapatkan nilai 12 kg.

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN



Maka,

$$\sum M_A = \sum M_B = 0$$

$$\sum M_A = (-W_C \times 37,5 \text{ mm}) + (B_Z \times 60 \text{ mm})$$

$$(B_Z \times 60 \text{ mm}) = (1097.66 \text{ N} \times 37,5 \text{ mm})$$

$$B_Z = 686 \text{ N}$$

$$\sum F_h = 0$$

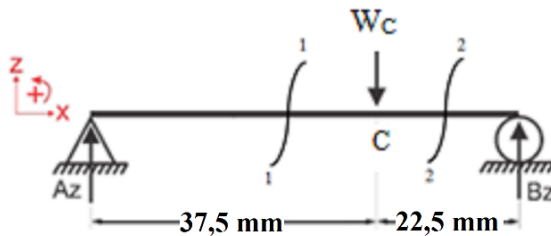
$$A_Z + B_Z - W_C = 0$$

$$A_Z = W_A - B_Z$$

$$A_Z = 1097.66 - 686$$

$$A_Z = 411,6 \text{ N}$$

2. Analisa momen pada sumbu vertikal



Gambar 4. 5 FBD vertikal pada poros

- Potongan 1



$$0 \leq x \leq 37,5$$

Gambar 4. 6 Potongan 1 (vertikal)

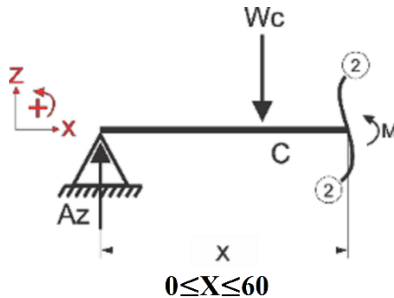


$$\sum M_1 = 0$$

$$M - A_Z \times x = 0$$

$$M = A_Z \times x$$

- Potongan 2



Gambar 4. 7 Potongan 2 (vertikal)

$$\sum M_2 = 0$$

$$M + W_C (x-37,5) - A_Z \times x = 0$$

$$M = A_Z \times x - W_C (x-37,5)$$

Maka,

$$\sum M_A = A_Z \times x$$

$$\sum M_A = 411,6 \text{ N} \times 0 \text{ mm}$$

$$\sum M_A = 0 \text{ mm}$$

$$\sum M_B = A_Z \times x - W_C (x-37,5)$$

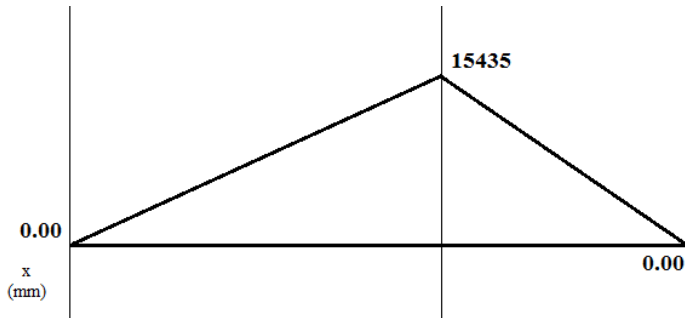
$$\sum M_B = 411,6 \text{ N} \times 60 \text{ mm} - 1097,66 \text{ N} \times (60-37,5) \text{ mm}$$

$$\sum M_B = A_Z \times x - W_C (x-37,5)$$

$$\sum M_C = A_Z \times x - W_C (x-37,5)$$

$$\sum M_C = 411,6 \text{ N} \times 37,5 \text{ mm} - 1097,66 \text{ N} \times (37,5-37,5) \text{ mm}$$

$$\sum M_C = 15435 \text{ Nmm}$$



Gambar 4. 8 Diagram momen vertikal

3. Mencari Twisting Moment (T_e)

$$T_e = \sqrt{(M^2 + T^2)}$$

Dimana :

M = Momen maksimal yang bekerja pada poros yaitu momen pada titik C pada sumbu vertikal sebesar 15435 Nmm.

T = Torsi yang bekerja pada poros yaitu 86,1598416 Nmm

Sehingga,

$$T_e = \sqrt{(15435)^2 + (86,1598416)^2}$$

$$T_e = 87531,46594$$

4. Mencari Diameter Poros

$$T_e = \frac{\pi}{16} \times \tau \times d^3$$

Dimana:

τ = Tegangan geser material calon poros

d = Diameter poros dalam mm

Dengan asumsi material poros adalah low carbon AISI 1020, maka didapatkan $\tau = 56 \text{ N/mm}^2$. Maka,

$$87531,46594 \text{ Nmm} = \frac{3.14}{16} \times 56 \times d^3$$

$$d = \left(\frac{87531,46594 \text{ Nmm} \times 16}{3.14 \times 56} \right)^{1/3}$$

$$d = 19,97 \text{ mm} \approx 20 \text{ mm}$$

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN



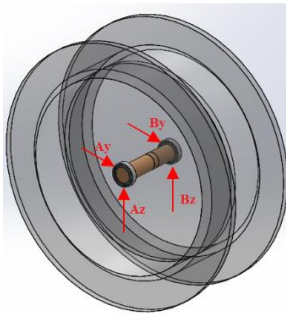
4.1.5 Perencanaan Bantalan

Bantalan adalah elemen mesin yang mampu menumpu poros beban, sehingga putaran atau gerak bolak baliknya dapat berlangsung secara halus, aman dan panjang umur.

Bantalan yang digunakan adalah jenis bantalan bola karena dapat menumpu beban radial dan aksial serta dapat beroperasi pada kecepatan tinggi. Ketidaksejajaran (misalignment) dari bantalan ini terbatas, jadi harus diperhatikan pada saat pemasangan bantalan ini. Perencanaan bantalan mengikuti perhitungan dan katalog dari UFL.

Bantalan pada poros

Dari perencanaan poros didapatkan data data sebagai berikut:



Gambar 4. 9 Beban yang bekerja pada poros

Beban di titik A

Radial

$A_z = +411,6 \text{ N}$, $A_y = 0$

Aksial

0 N

Beban di titik B

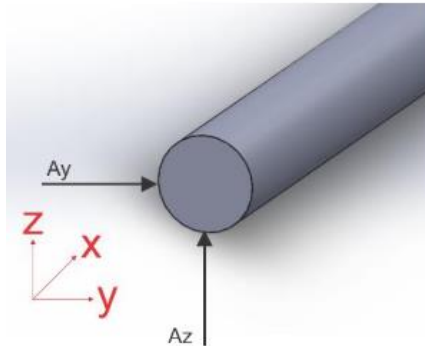
Radial

$B_z = +686 \text{ N}$, $B_y = 0$

Aksial

0 N

Pada tumpuan A



Gambar 4. 10 Gaya yang bekerja pada titik A

1. Perhitungan Kekuatan Bantalan

Gaya radial resultan pada titik A:

$$F_{rA} = \sqrt{(411,6 \text{ N})^2 + (0)^2}$$

$$F_{rA} = 411,6 \text{ N}$$

Gaya aksial resultan pada titik A:

$$F_{aA} = 0$$

2. Mencari faktor kalkulasi bearing

Dari perencanaan poros, didapatkan diameter poros adalah 20 mm. Untuk perencanaan bantalan akan menggunakan metric series ball bearings. Sesuai katalog, maka akan digunakan bearing UFL 004 karena memiliki diameter sebesar 20 mm. Dari data UFL 004 sebagai berikut

$$\frac{f_0 \times F_a}{C_0} = \frac{14,1 \times 0}{1300 \text{ N}}$$

Dan

$$\frac{F_a}{F_r} = \frac{0}{411,6}$$

Sesuai Lampiran 2 maka didapatkan :

$$e = 0$$

$$X = 0.56$$

$$Y = 0$$



3. Mencari beban dinamis ekivalen

$$W = F_s(X \times V \times F_r + Y \times F_a)$$

Dimana :

W = Beban ekivalen dalam N

F_s = Faktor kerja (Lampiran 3), untuk *roller bearing* dan *light shock load* sebesar 1.5

X = Faktor beban radial

V = Faktor putaran

= 1, untuk semua tipe bantalan dan bagian dalam berputar

= 1, untuk *self-aligning bearing* dan bagian dalam diam

= 1.2, untuk semua tipe bantalan kecuali *self-aligning bearing*, dan bagian dalam diam

Y = Faktor beban aksial

F_r = Beban radial dalam N

F_a = Beban aksial dalam N

Sesuai ketentuan katalog, nilai $X = 1$ dan $Y = 0$ untuk $\frac{F_a}{F_r} = 0$

Maka,

$$W = 1.5((1 \times 1 \times 411.6 \text{ N} + (0 \times 0)))$$

$$W = 617.4 \text{ N}$$

4. Mencari umur bearing berdasarkan umur hidup rata rata

$$C = W^3 \sqrt{\left(\frac{L}{1000000}\right)}$$

Dimana:

C = Kekuatan bantalan dalam N

L_H = Umur bantalan dalam jam kerja

Maka dengan mengasumsikan bearing dapat bertahan selama 10 tahun, 5 jam kerja per bulan, maka

$$L_H = 10 \times 5 \times 12$$

$$L_H = 600 \text{ hours}$$

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN



Dan diketahui umur bearing dengan revolusi

$$L = 60 \times \omega \times L_H$$

Diketahui dari transmisi daya, nilai pada poros adalah 24.34 rpm, maka

$$L = 60 \times 24.34 \times 600$$

$$L = 0.876 \times 10^6 \text{ rev}$$

Sehingga,

$$C = 617.4 \text{ N}^3 \sqrt{\left(\frac{0.876 \times 1000000}{1000000}\right)}$$

$$C = 617.4 \text{ N} \times 0.957$$

$$C = 590.815 \text{ N} = 0.59 \text{ kN}$$

5. Bantalan yang dipakai

Dari tabel UFL diperoleh :

- Tipe bantalan = Metric Series Ball Bearing, Mounted Unit Bearing, 2-Bolt Flange
- *Bearing Bore* = $d = 20 \text{ mm}$
- Panjang luar bearing = $D = 90 \text{ mm}$
- Tebal bantalan = $B = 19 \text{ mm}$
- Beban dinamik = $C = 5050 \text{ N}$
-

6. Perhitungan kembali umur hidup bantalan

$$L = \left(\frac{C}{W}\right)^3 \times 10^6$$

$$L_H = \left(\frac{C}{W}\right)^3 \times \left(\frac{1}{60 \times \omega}\right) \times 10^6$$

$$L_H = \left(\frac{5050}{617.4}\right)^3 \times \left(\frac{1}{60 \times 24.34}\right) \times 10^6$$

$$L_H = 374689 \text{ jam kerja}$$

4.1.6 Perencanaan Tali

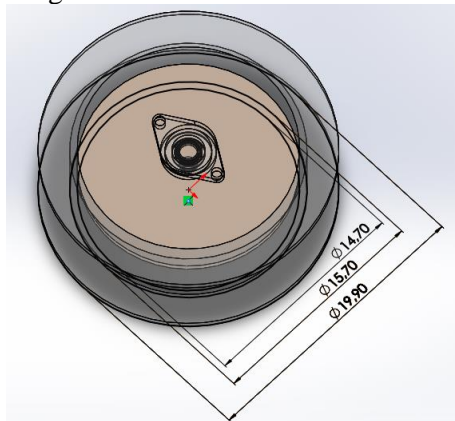
Tali yang digunakan adalah tali nilon 6.6 dengan diameter tali 2 mm Alasannya karena memiliki diameter yang sangat tipis dan sangat kuat. Nilon 6.6 memiliki titik leleh sebesar 500°F (260°C). Tali nilon memiliki kekuatan tarik yang besar tergantung



ukurannya dan ketahanan abrasi yang tinggi ketika kering. Ketika basah, kekuatan tariknya berkurang hingga 10 persen. Nilon diameter 2 mm juga banyak beredar di pasaran.

4.1.7 Perencanaan Penggulung

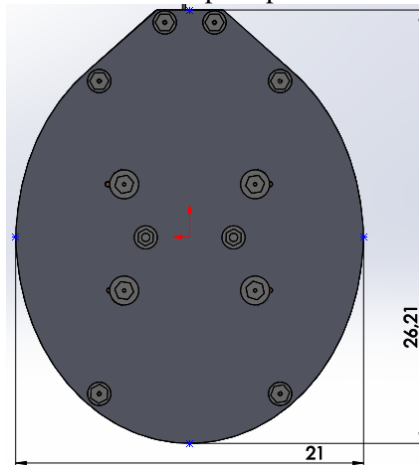
Perencanaan penggulung untuk DROPSAFE menggunakan penggulung berdiameter dalam 14,7 mm. Penggulung akan disambung dengan batang baja poros 20 mm yang digunakan sebagai poros dengan menggunakan proses pengelasan. Komponen batang baja dan penggulung di las di bagian 37.5 mm dari tepi. Di kedua sisi batang diberikan bearing dan block bearing yang terhubung dengan cover.



Gambar 4. 11 Dimensi penggulung DROPSAFE

4.1.8 Perencanaan Cover Mesin

Diketahui dari data data yang didapatkan, maka rancangan awal rumah mesin DROPSAFE seperti pada Gambar 4.12.

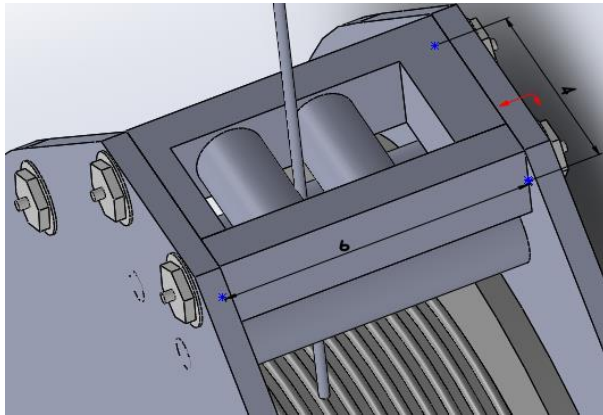


Gambar 4. 12 Dimensi rumah mesin DROPSAFE

Sesuai dengan gambar 4.12, rumah mesin DROPSAFE rencananya memiliki dimensi 21x26.21x8 cm dengan perincian:

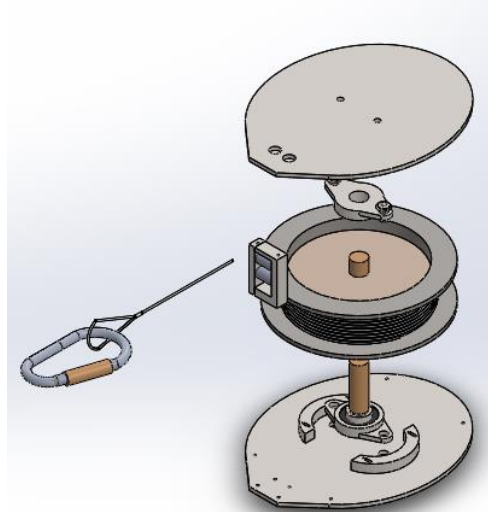
Plat stainless steel sesuai design	: 2 buah
Rumah brake	: 2 buah
Baut 3 mm	: 12 buah
Batang baja 6 mm	: 8 buah
Cable hook	: 1 buah

Untuk cover bagian luar terdapat 4 buah batang baja 6 mm untuk menghubungkan kedua cover. Pada daerah atas cover terdapat 4 buah batang baja yang berlubang yang terhubung dengan pin pada cover. Batang baja ini akan berputar untuk mengatur laju tali agar dapat bergerak stabil.

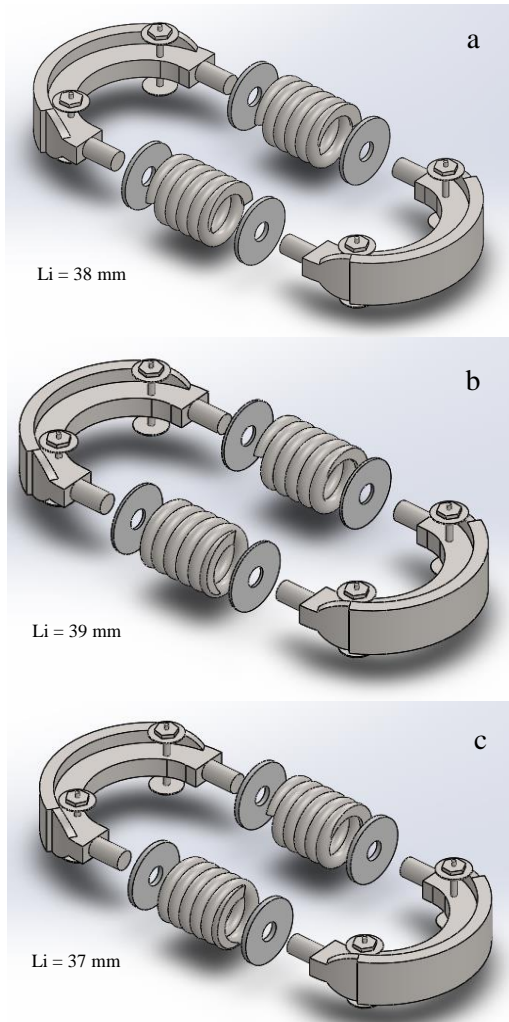


Gambar 4. 13 Komponen pelengkap DROPSAFE

4.2 Rangkuman Komponen yang Digunakan



Gambar 4. 14 Komponen rangka



Gambar 4. 15 Breakdown komponen bagian dalam model 1 (a)
model 2 (b) model 3 (c)



Tabel 4.1 Komponen yang digunakan

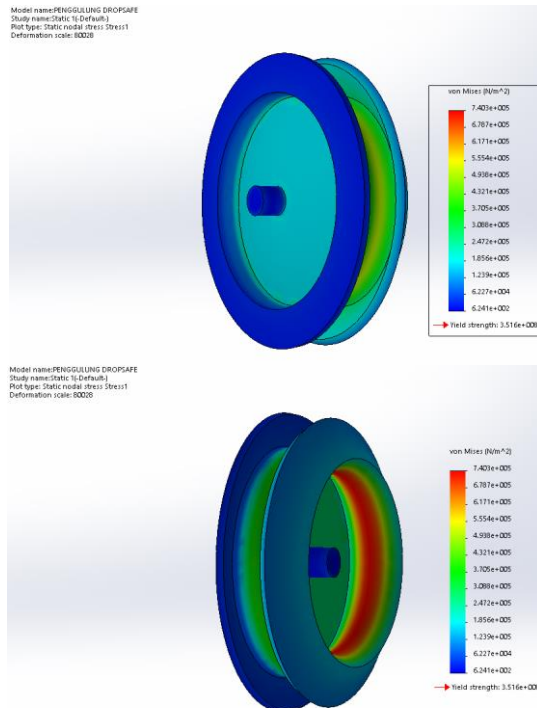
No	Nama Komponen	Standard	Keterangan	Qty
1	Brake	GOOFIT	C029-073-1	1
	Rumah Brake (diam)	-	$13,4 \times 8,88 \times 1,2 \text{ mm}$	1
2	Pegas	The Spring Store Catalogue	PC7900-41280-4.000-MW-41.300-CG-Z-MM	2
		The Spring Store Catalogue	PC6400-344110-5.500-MW-43.600-CG-GI-MM	4
3	Poros	AISI 1020	20 mm	1
4	Bantalan	-	UFL 004	2
5	Rumah Bantalan	-	UFL 004	2
6	Penggulung	AISI 1020	Di = 14.7 Do=19.9 L=5.45 mm	1
7	Tali	Nylon 6.6	917-069-35, 110 m	1
8	Cover	Stainless Steel 304	$21 \times 26.21 \times 5 \text{ mm}$	2
9	Cable hook	Aluminum Alloy	Carabiner hook	1
10	Baut 3 mm	-	Terhubung cover	6
11	Baut 3 mm	-	Terhubung Brake	4
12	Baut 10 mm	-	Terhubung bearing	4

4.2.1 Stress Analysis

Komponen utama yang mengalami pembebanan utama adalah komponen penggulung dan *Brake*. Berikut analisa komponen setelah adanya pembebanan:

a. Penggulung

Stress pada penggulung pada gambar 4.16 menunjukkan *stress* berada di batas aman yaitu mencapai $7.403\text{e}+005$ dan tidak melewati batas *yield strength* $3.156\text{e}+008$. Persebaran *stress* tidak merata disebabkan letak dari daerah yang terhubung di poros tidak merata yaitu 22.25 mm dari sisi kiri dan 37.25 mm pada sisi kanan.

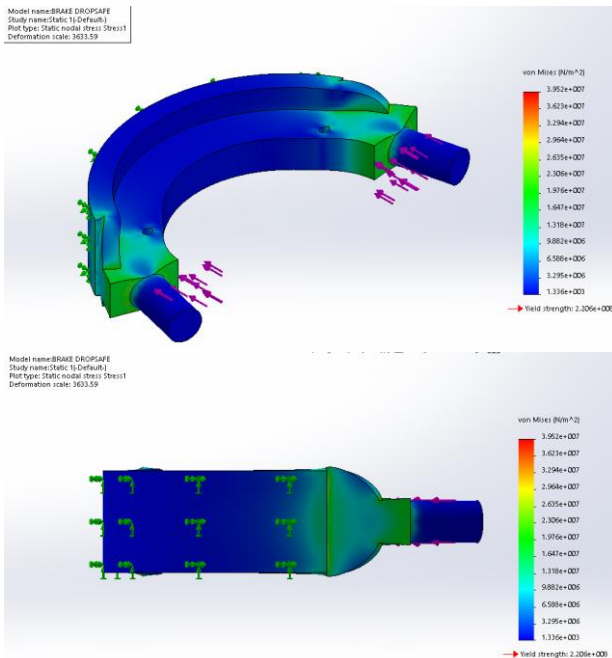


Gambar 4. 16 *Stress analysis* penggulung



b. Brake

Stress pada *brake* pada gambar 4.17 menunjukkan *stress* berada di batas aman dan tersebar merata yaitu mencapai 1.976×10^7 dan tidak melewati batas *yield strength* 2.206×10^8 . Persebaran *stress* yang merata disebabkan desain dari *Brake* yang bersifat *uniform* pada kedua sisi atas dan bawah.



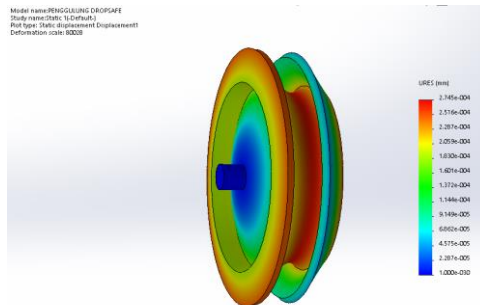
Gambar 4. 17 *Stress analysis brake*

4.2.2 Displacement Analysis

Komponen utama yang mengalami pembebanan utama adalah komponen penggulung dan *Brake*. Berikut analisa pergeseran komponen setelah adanya pembebanan:

a. Penggulung

Pergeseran pada penggulung pada gambar 4.18 menunjukkan pergeseran mencapai $2.745\text{e-}004$ mm yang dapat terbilang sangat kecil dan dapat diabaikan. Persebaran *displacement* tidak merata disebabkan letak dari daerah yang terhubung di poros tidak merata yaitu 22.25 mm dari sisi kiri dan 37.25 mm pada sisi kanan.



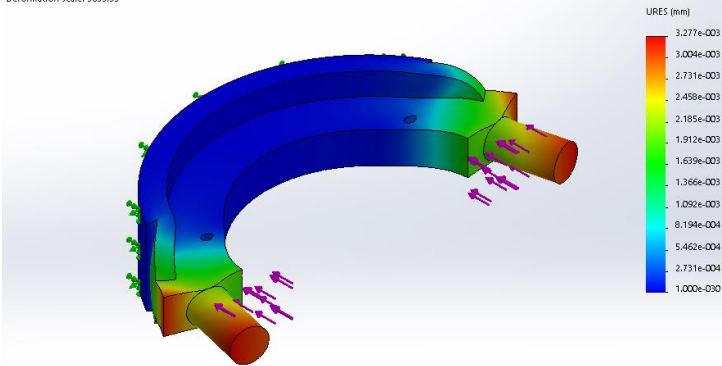
Gambar 4. 18 *Displacement analysis* penggulung

b. Brake

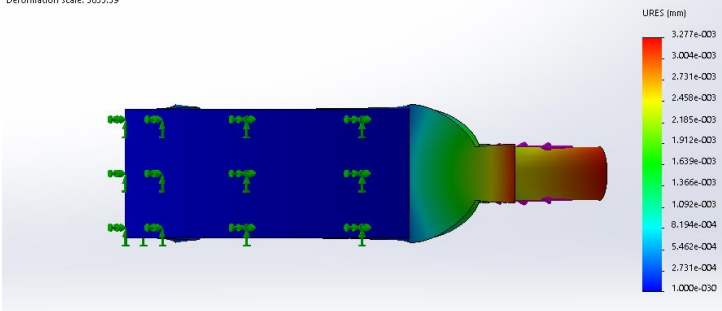
Pergeseran pada *brake* pada gambar 4.19 menunjukkan pergeseran mencapai $3.277\text{e-}003\text{mm}$ yang dapat terbilang sangat kecil dan dapat diabaikan. Persebaran *displacement* pada bagian yang terkena pembebanan karena bagian *pad* menempel pada *drum*.



Model name: BRAKE DROPSAFE
Study name: Static 1 (-Default-)
Plot type: Static displacement Displacement1
Deformation scale: 3633.59



Model name: BRAKE DROPSAFE
Study name: Static 1 (-Default-)
Plot type: Static displacement Displacement1
Deformation scale: 3633.59



Gambar 4. 19 *Displacement Analysis Brake*



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan data dapat disimpulkan bahwa dimensi akhir DROPSAFE adalah 21x26.21x7 cm (rangka) dan dibuat dengan membeli komponen sesuai katalog dan merakitnya. Dibutuhkan proses pengelasan untuk merakit rangka. Alat yang dirancang memiliki 3 model dengan variasi massa manusia yang akan naik. Alat akan dikemas pada ransel dengan pengaman, dan carabiner hook pada alat akan ditempelkan pada pengait dekat jendela untuk evakuasi. Alat akan dibagi menjadi 3 macam yaitu:

1. Alat model 001 dengan massa manusia 60-100 kg
2. Alat model 002 dengan massa manusia 30-70 kg
3. Alat model 003 dengan massa manusia 0-40 kg

Berikut perincian komponen didalamnya :

a. Brakes

Brakes yang digunakan dengan dimensi diameter sekecil mungkin didapatkan C029-073-1 *Universal Rear Drum Brake Shoes Pad* dengan spesifikasi

- *Brake shoe size* = 100mm x 105mm
- Ketebalan = 24 mm
- Diameter dalam = 66 mm
- Material = Metal

b. Pegas

Pegas yang akan digunakan adalah pegas tekan sesuai dengan *The Spring Store Catalogue* dengan spesifikasi=

1. Pegas tipe 1 untuk alat model 001 yaitu PC7900-41280-4.000-MW-41.300-CG-Z-MM
 - Diameter luar = 41.275 mm
 - Diameter dalam = 25.4254 mm
 - Diameter kabel = 7.9248 mm
 - Panjang awal = 41.402 mm
 - Panjang solid = 31.75 mm
 - Koefisien = 526.956646515 mm



- Jumlah *coil* = 4.0
- Material = MW-Music Wire Carbon Steel
- 2. Pegas tipe 2 untuk alat model 002 dan 003 yaitu
PC6400-344110-5.500-MW-43.600-CG-GI-MM
- Diameter luar = 34.1122 mm
- Diameter dalam = 21.4122 mm
- Diameter kabel = 6.35 mm
- Panjang awal = 43.688 mm
- Panjang solid = 35.052 mm
- Koefisien = 215.23 mm
- Jumlah *coil* = 5.5
- Material = MW-Music Wire Carbon Steel

c. Poros

Poros yang digunakan sebanyak 1 buah yang akan di las dengan penggulung pada jarak 37.5mm dari tepi. Poros dengan diameter 20 mm diasumsi menggunakan material AISI 1020 (low carbon steel).

d. Bantalan

Sesuai dengan katalog UFL maka bantalan yang akan digunakan adalah UFL 004 dengan diameter dalam 20mm.

- Tipe bantalan = Metric Series Ball Bearing, Mounted Unit Bearing, 2-Bolt Flange
- *Bearing Bore* = $d = 20$ mm
- Panjang luar bearing = $D = 90$ mm
- Tebal bantalan = $B = 19$ mm
- Beban Dinamik = $C = 5050$ N

Pada analisa pembebanan DROPSAFE diperoleh hasil *Stress Analysis* dan *Displacement Analysis* pada komponen penggulung dan *brake* sebagai berikut:

a. Penggulung

Stress analisis pada penggulung berada di batas aman yaitu 7.403×10^5 dan tidak melewati batas *yield strength* 3.156×10^8 . *Displacement* analisis pada penggulung mencapai 2.745×10^{-4} mm yang dapat terbilang sangat kecil dan dapat diabaikan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN



Persebaran *stress* dan *displacement* tidak merata disebabkan letak dari daerah yang terhubung di poros tidak merata yaitu 22.25 mm dari sisi kiri dan 37.25 mm pada sisi kanan.

b. Brake

Stress analisis pada *brake* berada di batas aman dan tersebar merata yaitu mencapai 1.976×10^7 dan tidak melewati batas *yield strength* 2.206×10^8 . *Displacement* analisis pada penggulung mencapai 3.277e-003mm yang dapat terbilang sangat kecil dan dapat diabaikan. Pergeseran terpusat di daerah yang terkena pembebanan karena bagian *pad* dianggap menempel pada *drum*.

5.2 Saran

Untuk penelitian berikutnya disarankan untuk mendesain elemen mesin yang lebih hemat tempat dan komponennya mudah di temukan di Indonesia.



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

Asep Indra Komara, Saepudin. 2014. *Aplikasi Metoda VDI 2222 pada Proses Perancangan Welding Fixture untuk Sambungan Cerobong dengan Teknologi CAD/CAE*.

Deutschman, Aaron D., dkk. 1975. *Machine Design Theory and Practice*. London. Macmillan Publishing Company.

Dewanto, Joni dan Marta Sanjaya. 2001. *Studi Eksperimen dan Teoritik Sistem Pengereman Tanpa Skid*.

Khurmi, R.S dan J.K. Gupta. 2005. *A Textbook of Machine Design (S.I Units)*. Eurasia Publishing House. LTD.

Shigley, Joseph, L.D Mitchell, **Perencanaan Elemen Mesin Jilid 2, Edisi 4**. Erlangga, Jakarta, 1994

Sularso, Ir, MSME, *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*. PT Pradya Paramitha, Jakarta, 1981.

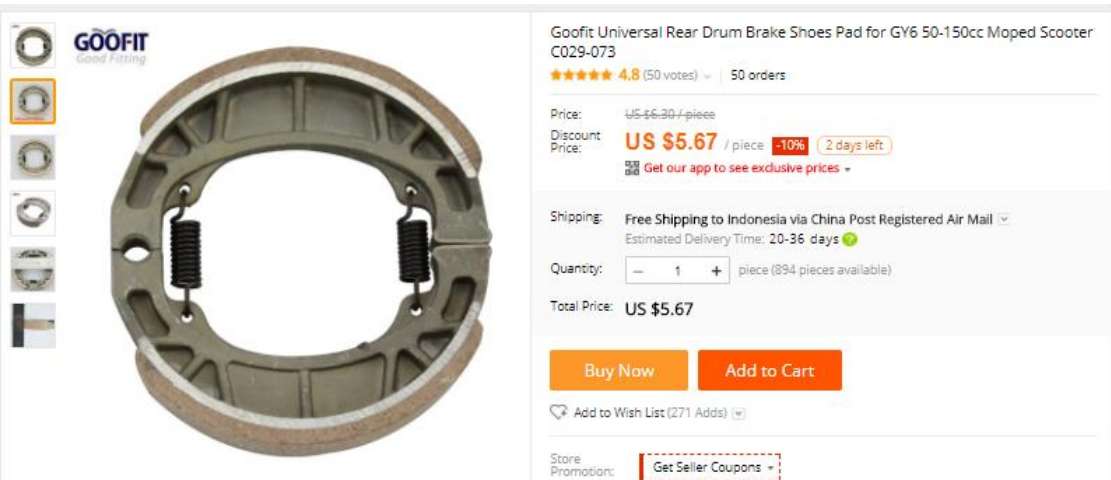
Ramadhan, R.P dan I. Nyoman S. 2016. *Studi Eksperimen Pengaruh Variasi Pegas Kopling Terhadap Gaya Dorong dan Percepatan Pada Kendaraan Yamaha Vixion 150 cc*.

Wijaya, Ratno. 2016. *Perancangan dan Pembuatan Alat DROPSAFE untuk Proses Pemindahan Barang pada Gedung Bertingkat dengan Menggunakan Metode Brake System*.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

Lampiran 1



- Brand Name:GOOFIT
- Special Features:Universal Rear Drum Brake Shoes Pad
- External Testing Certification:CCC
- Item Length:10.5cm
- Item Type:Levers, Ropes & Cables
- Item Width:10cm
- Item Weight:0.15kg
- Material Type:METAL
- Item Height:2cm
- Item Diameter:10.5cm
- Model Name:C029-073
- C029-073-1 Universal Rear Drum Brake Shoes Pad for GY6 50-150cc Moped Scooter
- Brake shoe size: 100mm x 105mm
- Thickness: 24mm
- Most 50cc 70cc 90cc 110cc 125cc scooter and moped.
- Most Chinese brands, like TaoTao, SUNL, Kazuma, Roketa, JCL.

Lampiran 2

<p>Axial load carrying capacity</p>	<p>Pure axial load $\rightarrow F_a \leq 0,5 C_0$</p> <p>Small bearings¹⁾ and light series bearings²⁾ $\rightarrow F_a \leq 0,25 C_0$</p> <hr/> <p>Excessive axial load can lead to a considerable reduction in bearing service life.</p>
<p>Equivalent dynamic bearing load</p> <p>For additional information (\rightarrow Equivalent dynamic bearing load)</p>	<p>Single bearings and bearing pairs arranged in tandem:</p> <p>$F_a/F_r \leq e \rightarrow P = F_r$</p> <p>$F_a/F_r > e \rightarrow P = X F_r + Y F_a$</p> <p>Bearing pairs arranged back-to-back or face-to-face:</p> <p>$F_a/F_r \leq e \rightarrow P = F_r + Y_1 F_a$</p> <p>$F_a/F_r > e \rightarrow P = 0,75 F_r + Y_2 F_a$</p> <p>Perform calculations</p>

Lampiran 3

table 1 - Calculation factors for deep groove ball bearings

$f_0 F_a/C_0$	Single row and double row bearings			Single row bearings					
	Normal clearance			C3 clearance			C4 clearance		
	e	X	Y	e	X	Y	e	X	Y
0,172	0,19	0,56	2,3	0,29	0,46	1,88	0,38	0,44	1,47
0,345	0,22	0,56	1,99	0,32	0,46	1,71	0,4	0,44	1,4
0,689	0,26	0,56	1,71	0,36	0,46	1,52	0,43	0,44	1,3
1,03	0,28	0,56	1,55	0,38	0,46	1,41	0,46	0,44	1,23
1,38	0,3	0,56	1,45	0,4	0,46	1,34	0,47	0,44	1,19
2,07	0,34	0,56	1,31	0,44	0,46	1,23	0,5	0,44	1,12
3,45	0,38	0,56	1,15	0,49	0,46	1,1	0,55	0,44	1,02
5,17	0,42	0,56	1,04	0,54	0,46	1,01	0,56	0,44	1
6,89	0,44	0,56	1	0,54	0,46	1	0,56	0,44	1

Calculation factors must be selected according to the operating clearance in the bearing, which may differ from the internal clearance before mounting. For additional information or for calculation factors for other clearance classes, contact the SKF application engineering service.
Intermediate values can be obtained by linear interpolation.

Lampiran 4

Compression Spring Dimensions (mm.)

TSS Part# (in inches) PC312-1625-4.000-MW-1.630-CG-Z-IN

TSS Part# (in metric) PC7900-41280-4.000-MW-41.300-CG-Z-MM

A Outer Diameter (mm.) 41.275

B Inner Diameter (mm.) 25.4254

C Free Length (mm.) 41.402

D Solid Height (mm.) 31.75

E Wire Diameter (mm.) 7.9248

F Total Coils 4.000

Rate (N./mm.) 526.956646515

Sugg. Max. Load (N.) 2028.3890496

Sugg. Max. Defl. (mm.) 3.81

Material Type MW-Music Wire

End Type CG

Lampiran 5

Compression Spring Dimensions (mm.)

TSS Part# (in inches)	PC250-1343-5.500-MW-1.720-CG-GI-IN
-----------------------	------------------------------------

TSS Part# (in metric)	PC6400-34110-5.500-MW-43.600-CG-GI-MM
-----------------------	---------------------------------------

A Outer Diameter (mm.)	34.1122
-------------------------------	---------

B Inner Diameter (mm.)	21.4122
-------------------------------	---------

C Free Length (mm.)	43.688
----------------------------	--------

D Solid Height (mm.)	35.052
-----------------------------	--------

E Wire Diameter (mm.)	6.35
------------------------------	------

F Total Coils	5.500
----------------------	-------

Rate (N./mm.)	215.230880215
---------------	---------------

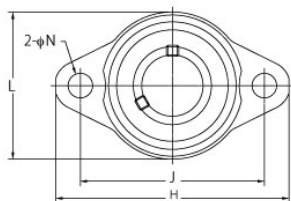
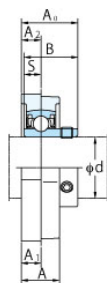
Sugg. Max. Load (N.)	1347.8111448
----------------------	--------------

Sugg. Max. Defl. (mm.)	6.35
------------------------	------

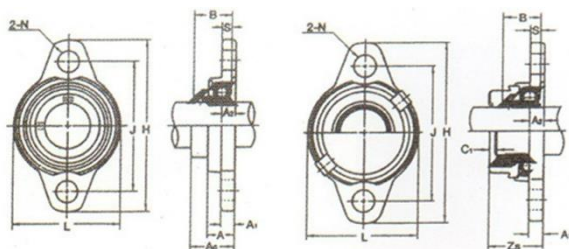
Material Type	MW-Music Wire
---------------	---------------

End Type	CG
----------	----

Lampiran 6



Unit Number	Housing Number	Bearing Number	Shaft Size	H Dimension	L Dimension	J Dimension	Basic Load Ratings	
							Cr	Cor
UFL08	FL08	SU08	8 mm	48 mm 1-7/8 in	27 mm 1-1/16 in	37 mm 1-29/64 in	3.27 kN 735 lb	1.37 kN 307 lb
UFL000	FL000	SU000	10 mm	60 mm 2-3/8 in	36 mm 1-13/32 in	45 mm 1-49/64 in	4.55 kN 1022 lb	1.95 kN 438 lb
UFL001	FL001	SU001	12 mm	63 mm 2-15/32 in	38 mm 1-1/2 in	48 mm 1-57/64 in	5.1 kN 1146 lb	2.4 kN 539 lb
UFL002	FL002	SU002	15 mm	67 mm 2-5/8 in	42 mm 1-21/32 in	53 mm 2-3/32 in	5.6 kN 1258 lb	2.85 kN 640 lb
UFL003	FL003	SU003	17 mm	71 mm 2-25/32 in	46 mm 1-13/16 in	56 mm 2-13/64 in	6 kN 1348 lb	3.25 kN 730 lb
UFL004	FL004	SU004	20 mm	90 mm 3-17/32 in	55 mm 2-5/32 in	71 mm 2-51/64 in	9.4 kN 2113 lb	5.05 kN 1135 lb
UFL005	FL005	SU005	25 mm	95 mm 3-3/4 in	60 mm 2-3/8 in	75 mm 2-61/64 in	10.1 kN 2270 lb	5.85 kN 1315 lb
UFL006	FL006	SU006	30 mm	112 mm 4-13/32 in	70 mm 2-3/4 in	85 mm 3-11/32 in	13.2 kN 2967 lb	8.25 kN 1854 lb



Code	轴径	Dimension mm													螺栓
	(mm)	H	J	A1	A2	A	N	L	A0	Bi	S	Cl	ZS	(mm)	
KFL08	8	48	37	4.5	4	8.5	4.8	27	16	15	3.5			M4	
KFL000	10	60	45	5.5	5.5	12	7	36	16	14	4	6	22	M6	
KFL001	12	63	48	5.5	5.5	12	7	38	16	15	4	6.5	22	M6	
KFL002	15	67	53	6.5	6.5	13	7	42	19	17	4.5	5	24	M6	
KFL003	17	71	56	7	7	14	7	46	20	18	5	6	26	M6	
KFL004	20	90	71	8	8	16	10	55	23	21	6	7.5	31	M8	
KFL005	25	95	75	8	8	16	10	60	25	23	6	7	32	M8	
KFL006	30	112	85	9	9	18	13	70	27	25	6.5	6.5	34	M10	
KFL007	35	122	95	10	10	20	13	80	30	28	7	6	38	M10	

BIODATA PENULIS



Penulis yang bernama lengkap Rangga Ramandana dilahirkan di Jakarta, 18 Maret 1995, merupakan anak kedua dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Tarakanita 1 Jakarta, kemudian SMP Tarakanita 5 Jakarta dan SMA Pangudi Luhur Jakarta. Setelah lulus dari SMA penulis melanjutkan studinya melalui jalur SBMPTN di Departemen Teknik Material Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2013 terdaftar dengan NRP 2713100104. Di Departemen Teknik Material penulis memilih bidang pemodelan. Penulis sejak kuliah aktif mengikuti organisasi di SPE SC-ITS, INDOCOR SC-ITS dan Mahkamah Mahasiswa. Berbagai pelatihan seperti LKMM Pra TD, LKMM TD, dan Workshop bidang perminyakan dan korosi, pernah diikuti oleh penulis. Selesaiannya tugas akhir ini mengantarkan penulis memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) pada Departemen Teknik Material Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Email: ranggaramandana@gmail.com

No.Hp: 081316694665

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

UCAPAN TERIMA KASIH

Penghargaan dan ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah ikut berperan serta terhadap penulisan tugas akhir ini. Penulis mengucapkan terima kasih terutama kepada:

1. Sahabat-sahabat terbaik di Jakarta yaitu GRD
2. Teman-teman terbaik di surabaya yaitu teman-teman kontrakan kece, teman MT 15 dota, teman APK, teman main baik pria maupun wanita di ITS.
3. Teman yang membantu di suka dan duka selama 2 tahun terakhir (2015-2017).
4. Keluarga INDOCOR SC ITS dan SPE SC ITS.
5. Keluarga MT 15 yang banyak memberikan saya pengalaman berharga selama di Departemen Teknik Material dan Metalurgi.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan, namun dibalik itu terdapat niat tulus untuk berbagi pengetahuan bagi sesama. Penulis berharap bahwa laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri dan pembaca.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

Rangga Ramandana

(Halaman ini sengaja dikosongkan)